

大数据时代的矿山地质地球物理勘探技术探究

张鹏宁

甘肃煤炭地质勘查院, 甘肃 兰州 730000

摘要: 各行各业矿产资源需求量显著增加, 因此, 促进矿山地质地球物理勘探技术创新尤为关键。随着大数据时代的到来, 传统勘探方法逐渐融合高级计算技术, 可提高勘探的效率和准确性。基于此, 本文首先介绍大数据时代和地球物理勘查技术优势, 然后对大数据时代的矿山地质地球物理勘探技术方案进行分析, 并结合实验, 对大数据时代的矿山地质地球物理勘探技术应用策略进行详细探究, 以期能够为矿山地质勘查后提供参考。

关键词: 矿山地质; 地球物理勘探; 大数据

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1002-5065(2025)08-0196-3

Exploration of Mining Geological and Geophysical Exploration Technology in the Era of Big Data

ZHANG Peng-ning

Gansu Coal Geological Exploration Institute, Lanzhou 730000, China

Abstract: The demand for mineral resources in various industries has significantly increased, therefore, promoting innovation in mining geological and geophysical exploration technology is particularly crucial. With the advent of the big data era, traditional exploration methods are gradually integrating advanced computing technologies, which can improve the efficiency and accuracy of exploration. Based on this, this article first introduces the advantages of the big data era and geophysical exploration technology, then analyzes the geological and geophysical exploration technology solutions for mines in the big data era, and combines experiments to explore in detail the application strategies of mining geological and geophysical exploration technology in the big data era, in order to provide reference for mining geological exploration.

Keywords: mining geology; Geophysical exploration; big data

随着全球矿产资源的开采难度逐渐增加, 传统的勘探方法已难以满足高效率 and 低成本的现代矿业需求。为解决这一问题, 可引入大数据技术, 高效处理庞大的勘探数据集, 而且能通过先进的数据分析提高发现低丰度矿层的可能性。此外, 在大数据时代背景下, 勘探技术的发展不仅是技术升级, 而且是对整个矿业探测哲学的革新。因此, 深入研究大数据与地球物理勘探技术的结合, 对于推动矿业科技进步和实现资源的可持续发展具有重要意义。

1 大数据时代和地球物理勘查技术优势

在大数据时代, 地球物理勘查技术正在经历前所未有的变革, 勘查精确性显著提高, 而且可增强处理大规模数据集的能力。随着信息技术的飞速发展, 大数据已成为地球物理勘查中不可或缺的一部分, 对勘探策略、数据分析方法产生较大影响, 以及地质结构的解释方式。大数据的广泛应用使得传统的地球物理勘查方法得以革新, 促进整个领域向更高效率和更广泛的应用前景迈进。大数据技术的应用使得地球物理勘查能够处理和分析前所未有的庞大数据量。例如,

在进行地震勘探时, 传统方法由于受限于数据处理能力, 往往只能分析相对简单的数据模型。而在大数据技术的帮助下, 可实时处理成千上万的震动信号数据点。通过高级算法建模和复杂的数据分析, 勘查人员能够以前所未有的速度和精度解读地下结构的数据, 缩短勘查周期, 显著提升勘查数据的可靠性和解读精度。地球物理勘查的另一个显著变革是跨学科技术的集成应用。现代地球物理勘查技术结合了地理信息系统(GIS)、远程感测技术、机器学习和人工智能等多领域的先进技术。技术集成可扩展数据采集的范围, 提高数据分析的多维度视角。通过全面系统化勘查, 能够全面理解和解释地质数据, 提高资源勘探的成功率和效率。另外, 利用大数据技术使地球物理勘查更加精准地定位资源位置, 可有效减少不必要的钻探, 降低勘查成本, 减少对环境的破坏。此外, 精确的数据分析还能预测勘探过程中可能出现的环境问题, 从而提前制定有效的应对措施, 减轻勘探活动对生态系统的影响。利用大数据技术, 勘探团队能够实现对勘探设备和过程的实时监控。对实时数据进行全面分析, 可即时调整勘查策略和方法, 以适应不断变化的地质环境和勘查条件, 提高勘查工作的效率和成功率^[1]。

2 大数据时代的矿山地质地球物理勘探技术方案

2.1 建立地质勘探平台

2.1.1 技术架构与平台建设

在大数据时代, 建立高效且功能全面的地质勘探平台, 是实现深入地质分析和资源评估的关键。此平台的核心是基

收稿日期: 2025-02

作者简介: 张鹏宁, 男, 生于1987年, 甘肃会宁人, 本科, 工程师, 研究方向: 地球物理勘查和项目管理。

于Hadoop的技术架构,在处理大规模数据集时,Hadoop具有高效和可扩展优势,在地质勘探中,可在多个计算机集群上进行数据存储和计算,提升数据处理的速度和可靠性。为构建平台需要将各种类型的数据集成到统一的系统中,包括地震数据、钻探记录、地质图、历史地质分析报告以及其他相关的地质调查数据,因此,平台能够提供全面的数据视图,增强数据间的互操作性,便于多维度分析和解读数据。此外,平台的设计还需考虑到数据的可访问性和分析工具的集成。平台不仅要支持大数据技术,而且需能够与地质分析软件和可视化工具无缝集成,能够直接从平台上获取所需数据并应用专业工具进行深入分析,提升勘探项目的效率和准确性。

2.1.2 数据处理与优化

在构建地质勘探平台的过程中,数据处理与优化是至关重要的步骤,可直接影响到勘探结果的准确性和可靠性。对此,需利用先进的数据挖掘和机器学习技术进行数据分析和处理,从复杂的数据集中提取出有价值的信息,识别关键的地质特征、预测潜在的矿层分布和评估地质风险。例如,机器学习模型可以分析地震波形数据来识别断层位置,或者通过分析岩石物理属性来推断储层岩性,处理静态数据,实时分析新收集的数据,提供持续更新的地质洞察。为了提升数据处理的效率和精度,平台还会实施高级分类器和算法的优化。使用决策树、随机森林、神经网络等复杂算法来进行模式识别和预测分析,改进数据处理流程,大幅提高数据解析的精确度,从而为地质勘探提供可靠的依据。此外,数据优化还包括清洗和标准化数据,以消除冗余和错误,确保分析结果的高质量^[2]。

2.2 分析矿层地质数据

2.2.1 高精度地震数据分析

为探究地下深层地质结构,可利用先进的地震分析技术,利用复杂的算法可高效处理大量的地震波形数据,绘制出地下的岩层结构、断层分布以及其他地质特征的详细图像,增加对地下结构的理解,而且显著提高矿层定位的准确性和对资源量的评估能力。利用大数据技术对地震数据进行实时处理和分析,快速响应地下条件的变化,实时更新地质模型和预测。例如,在采集新的地震数据后,可立即应用相关软件和分析工具处理数据,便于调整勘探策略和决策,精准评估矿产资源的大小、形态和质量。另外,通过数据分析,能够即时发现潜在的地质风险,如岩层不稳定、地下压力条件异常,便于采取预防措施,避免事故发生风险。

2.2.2 微生物DNA分析和预测技术

为识别和评估潜在的矿藏,可利用微生物DNA分析和预测技术,分析探矿区表层土壤样品中的微生物组成,利用现代生物技术从微生物DNA中获取数据,准确识别由地下矿物质微渗到土壤中所引起的生物标志变化,可作为探测地

下矿层存在的间接证据。微生物与环境中的化学物质的相互作用性很强,能在地下矿物质的影响下展现出特定的生物响应。例如,某些微生物在含有铜或金的环境中会增加其数量或改变其遗传表达模式,对于这一生物响应,可利用DNA分析检测。因此,通过开展土壤样品微生物DNA分析,能够推测出下面可能存在的矿物类型和浓度。此外,随着生物技术和信息技术的融合,机器学习技术已经被引入到微生物DNA数据的处理和分析中。利用机器学习算法能够有效处理由数百万种微生物产生的庞大数据集,提高数据处理的效率,提升分析的准确性和深度。机器学习模型可以从复杂的数据中识别出模式和关联,预测微生物群落的变化与地下矿物的存在和分布相关联,识别已知的矿层指示,开发新的生物地球化学标志,指示尚未广泛认识到的矿物沉积。

2.2.3 水力压裂数据分析

大数据技术在水力压裂分析中的应用,主要集中在处理和分析从多个传感器和监测点收集来的海量数据。这些数据包括压力、温度、流量等物理参数以及地质数据和化学数据。通过整合数据,大数据分析工具能够揭示压裂过程中的关键动态,如裂缝的扩展方式、压裂液的渗透效率以及岩石响应的模式。此外,大数据技术还能够帮助识别影响压裂效果的各种因素,如地层的物理性质、压裂液的化学组成以及施工参数的优化。主成分分析(PCA)被用于多源数据的优化处理。主成分分析是一种强大的统计工具,能够从复杂的数据集中提取主要变量,简化数据的结构,同时保留最重要的信息。在水力压裂数据分析中,通过主成分分析可有效降低数据的复杂性,突出对压裂效果影响最大的关键因素,据此分析压裂过程,构建更精确的预测模型。基于关键因素,可建立预测模型预测压裂液的流动路径和最终效果,指导现场操作,优化压裂设计,预测产量,提高决策的质量,提高矿产资源开发效率和经济效益^[3]。

3 大数据时代的矿山地质地球物理勘探技术应用实验

3.1 实验准备

在进行地质勘探的实验前,需准确地收集和准备样本。本实验中,从矿集区及其周边共采集了十组样土,包括矿区内外各五组,保证数据的代表性和实验的全面性。每组样土均经过仔细编号和称重。使用Ha-doop物理勘探分析软件,对样土中的微生物含量进行了详细检测。 A_1 样土微生物含量 3.785×10^9 个/g, A_2 样土微生物含量 7.342×10^9 个/g, A_3 样土微生物含量 4.379×10^9 个/g, A_4 样土微生物含量 6.317×10^9 个/g, A_5 样土微生物含量 8.604×10^9 , B_1 样土微生物含量 9.129×10^9 个/g, B_2 样土微生物含量 1.134×10^9 个/g, B_3 样土微生物含量 9.163×10^9 个/g, B_4 样土微生物含量 7.296×10^9 个/g, B_5 样土微生物含量 5.317×10^9 个/g,所有样本的质量均为5g。

检测得到的数据用于分析样土中的微生物种类,通过大数据物理勘探平台软件进一步确认样土是否为矿层土壤,技术流程如图1所示。

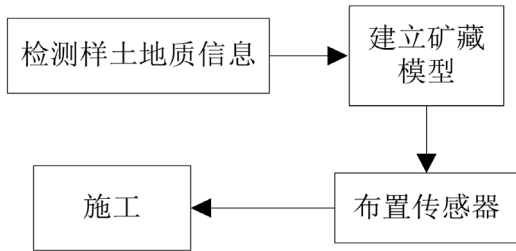


图1 大数据软件测矿藏流程图

3.2 样土测试

在样土测试阶段,对土壤中的微生物种类进行深入分析。基于矿藏模型,通过大数据平台软件物理勘探方法,测试样土中各种微生物的含量。要求密切关注常见于矿层土壤中的微生物,将其作为确认矿层的位置和丰度的重要依据。如表1所示。

表1 大数据测试样土中矿层微生物含量表

| 编号 | 矿层常见微生物含量 | 矿层常见微生物个数(个/g) |
|----------------|-----------|---------------------|
| A ₁ | 86.7% | 2.973×10^9 |
| A ₂ | 85.4% | 6.871×10^9 |
| A ₃ | 80% | 3.917×10^9 |
| A ₄ | 13.4% | 7.639×10^9 |
| A ₅ | 14.5% | 6.593×10^9 |
| B ₁ | 79.6% | 6.913×10^9 |
| B ₂ | 11.7% | 4.937×10^9 |
| B ₃ | 8.9% | 7.371×10^9 |
| B ₄ | 84.2% | 6.738×10^9 |
| B ₅ | 9.7% | 4.713×10^9 |

根据大数据平台的测量,A₁、A₂、A₃、B₁、B₄的样土中矿层常见微生物含量较高,显示存在矿石的可能性较大。对比传统方法的结果显示,样土中微生物的测量结果更加稳定且区间跨度较小,表明大数据平台的检测更为精准和可靠^[4]。

对比传统方法和大数据平台的测试结果,两者在分析矿层微生物含量时的差异。传统方法得到的数据显示,样本A₁、A₂、A₃、B₁和B₄中的矿层常见微生物含量在50%到71%之间,显示了较大的变动范围。相比之下,A₄、A₅、B₂、B₃和B₅的样本中,比例明显较低,仅在4%到11%之间。表明使用传统方法得到的数据波动较大,不够稳定,难以为矿藏勘探提供一致的规律。

采用大数据平台进行的分析结果显示变动范围较小、稳定性更高,从而使得对矿层样土中的微生物检测更为精准。表明大数据技术在处理和分析复杂数据集方面具有显著优势,能够有效支持地质勘探和其他相关的工程项目,如大型水利工程中的输管道工程以及铁路建设中的地质构造探索。

4 地球物理的勘探技术发展趋势

4.1 计算机辅助测试的集成应用

计算机辅助测试技术是地球物理勘探中技术进步的一个重要标志。这一技术的集成应用允许更广泛地采用新功能,并优化既有功能,从而提高勘探数据的准确性和可靠性。通过集成高性能计算解决方案,地球物理勘探可处理更大规模的数据集,精确模拟地下结构。

此外,计算机辅助技术使得地球物理数据的实时处理成为可能,提高数据处理流程的效率,使勘探决策更加科学和迅速。

4.2 数字信号处理器的应用

在地球物理勘探技术中,高速单片数字信号处理器的应用日益普遍,这些设备在处理复杂信号方面的高效能为勘探技术的精确性提供强大支持。数字信号处理器可以快速处理来自地震、电磁和其他地球物理测量设备的信号,优化信号中的噪音,提取有价值的地质信息,增强了数据的解析能力,改善勘探过程中的错误修正功能,确保数据收集的高度准确性和操作的稳定性^[5]。

4.3 总线技术的创新运用

总线技术在地球物理勘探设备中的创新应用是技术进步的又一里程碑。该技术支持模块化设计,使得勘探设备可以灵活地添加或更换功能模块,从而适应不同的勘探需求和环境条件。通过总线技术,设备可以实现快速的数据通信,增强不同设备间的互操作性和数据集成能力。此外,总线技术还可促进勘探设备的自动化和智能化,使得地球物理勘探过程更加高效,减少人为操作的需求和错误率。

5 结语

综上所述,本文深入探讨大数据技术在矿山地质地球物理勘探中的应用,通过计算机辅助测试、数字信号处理器的应用以及总线技术的创新运用,大数据时代的勘探技术已经实现从传统到数字化和智能化的转型。未来,随着技术的不断进步和创新,预计大数据将在地球物理勘探中发挥更大的作用,帮助解决更多复杂的勘探挑战,推动矿业的持续发展和环境保护。

参考文献

- [1] 陈建平,周冠云,褚志远,等.山东蒙阴金刚石矿床地质大数据三维建模与成矿预测[J].矿床地质,2024,43(04):802-820.
- [2] 邓可欣,米扬,耿一丹,等.大数据融合技术助力山地地震队智能化发展研究[J].中国管理信息化,2023,26(11):125-128.
- [3] 易彤,林茂春,侯红军,等.基于勘探的空间数据库研究与设计[J].电子技术与软件工程,2020,(23):196-198.
- [4] 蒋恕,王帅,祁士华,等.基于大数据分析的地热勘探潜力区预测方法的新进展[J].高校地质学报,2020,26(01):111-120.
- [5] 王廷.矿山地质调查与勘探技术的发展趋势[J].当代化工研究,2024,(05):25-27.